

REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO DE PERMANÊNCIA Q_{90} PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI

KÁSSIA REGINA BAZZO¹; SARA RAUPP GOMES²; CLAUDIA FERNANDA ALMEIDA TEIXEIRA-GANDRA³; TIRZAH MOREIRA DE MELO⁴; HUGO ALEXANDRE SOARES GUEDES⁵; ANDREA SOUZA CASTRO⁶

¹UFPel – bazzokassia@gmail.com

²UFPel – sara.raupp@gmail.com

³UFPel – cpteixe@ig.com.br

⁴UFPel – tirzahmelo@gmail.com

⁵UFPel – hugo.guedes@ufpel.edu.br

⁶UFPel – andrea.castro@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A Lei nº 9.443 de 1997, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) apresenta dentre os seus instrumentos a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos. De acordo com Silveira et al. (1998), a outorga é o principal instrumento para a administração da oferta da água, que se constitui na base do processo de gerenciamento de recursos hídricos.

Para fins de estimativa de oferta de água podem ser utilizadas as vazões de referência, como as vazões de permanência, obtidas a partir das curvas de permanência. Essas vazões, como por exemplo a Q_{90} , representam as vazões que podem ser igualadas ou superadas em 90% do tempo. Esse dados de vazões podem ser medidos pelas estações fluviométricas, que fazem parte da rede hidrometeorológica nacional, e são disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA), a partir do portal online HidroWeb.

Devido aos altos custos de implantação e sendo a preocupação com os recursos hídricos recente, dificilmente uma rede hidrometeorológica, conforme Tucci (2002), cobrirá todos os locais necessários para o gerenciamento de recursos hídricos. Assim, a regionalização de vazões surge como alternativa para suprir essa carência de dados para o gerenciamento de recursos hídricos, e é denominada por Tucci (2002, p.14) como a “*transferência de informação de um local para outro dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante*”.

O Método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985a; TUCCI, 2002) é um dos métodos mais difundidos para regionalização de vazões, e consiste no ajuste das regressões entre a vazão e as características físicas e/ou climáticas – variáveis independentes – das bacias de drenagem para cada região com comportamento hidrológico homogêneo – RHH.

Dessa forma, o objetivo do trabalho é regionalizar a vazão de permanência Q_{90} para a bacia hidrográfica do Taquari, codificada pela ANA por 86, utilizando o método Tradicional, para fins de outorga de uso da água.

2. METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do rio Taquari, segundo a divisão hidrográfica nacional, estabelecida pela Resolução CNRH nº 32, de 15 de outubro de 2003 (CNRH, 2003), faz parte da Bacia hidrográfica do Atlântico Sul, e sua localização está apresentada na Figura 1.

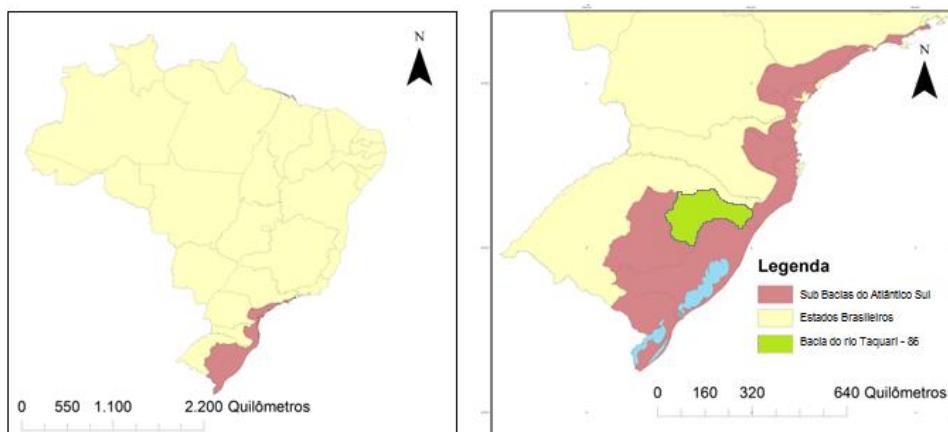


Figura 1.: Localização bacia do rio Taquari

Foram pré-selecionadas todas as estações com dados consistidos disponíveis no Hidroweb contidas nas bacias em estudo. O processamento dos dados foi feito no Sistema Computacional de Análise Hidrológica, SisCAH 1.0. Foi estipulado um limite de falhas de 10% para cada ano hidrológico das séries históricas de dados, sendo os anos com falhas superiores excluídos da análise. Também, utilizou-se estações fluviométricas com no mínimo 5 anos de dados históricos, conforme indicado por Tucci (2002) para a regionalização de curvas de permanência. Assim, foi calculada a curva de permanência utilizando todo o tempo disponível na série histórica e a vazão Q_{90} observada para cada estação.

Como variável independente foi utilizada a área de drenagem, na qual foi obtida a partir do processamento do Modelo Digital de Elevação – MDE do satélite SRTM com resolução espacial de 90 metros para torná-lo hidrograficamente condicionado, utilizando o software ArcGIS 10.1.

Para a aplicação do método Tradicional foi utilizado o software SisCORV – Sistema Computacional de Regionalização de Vazões. Foi necessário determinar as RHH, na qual foram definidas em função da distribuição geográfica das estações e da combinação de estações que apresentou o melhor ajuste nos modelos de regressão, avaliado a partir de: valores do coeficiente de determinação (R^2) maiores que 0,95 e; valores do erro padrão fatorial (σF) menores que 1. Esse processo foi realizado de forma interativa, sendo que quando os ajustes do conjunto de estações fluviométricas não se enquadram nos padrões estatísticos exigidos, fez-se necessário refazer a combinação até chegar o mais próximo do definido.

Foi avaliada a precisão do método através do Erro Relativo percentual (ER) obtido entre a vazão observada (Q_{obs}) nas estações fluviométricas e a vazão estimada (Q_{est}) pelas regressões obtidas na regionalização.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos modelos de regressão que relacionam a vazão de permanência em 90% do tempo com a área de drenagem para cada uma das Regiões Hidrologicamente Homogêneas (RHH) identificadas pelo método Tradicional para a bacia do Rio Taquari. A Figura 2 apresenta as 2 RHH encontradas, a Tabela 1 os modelos de regressão obtidos e os coeficientes estatísticos e a Tabela 2 apresenta os erros relativos e as vazões observadas e estimadas

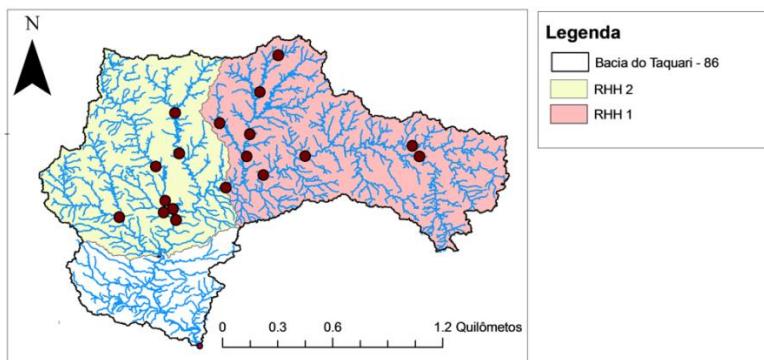


Figura 2: Regiões hidrologicamente Homogêneas – RHH da bacia do Rio Taquari

Tabela 1.: Equações de regionalização .

Sub-bacia	RHH	Modelo de regressão	R ²	Erro Padrão (σF)	Equação de Regionalização
86	1	Potencial	0,92	0,34	$Q_{90} = 0,91438 \times A^{0,8068}$
	2	Potencial	0,98	0,2	$Q_{90} = 0,001522 \times A^{1,0762}$

Os coeficientes de determinação R² encontrados e o erro padrão fatorial apresentaram valores satisfatórios, indicando que os modelos representam com qualidade a vazão Q₉₀ em cada RHH. O trabalho realizado por Lisboa et al. (2008) ao regionalizar a Q₉₀ pelo método Tradicional para a sub-bacia do rio Paracatu encontrou erros padrões com valores que variaram de 1,10 a 1,21, e R² de 0,9845 a 0,9939, demonstrando que o presente estudo corrobora com os trabalhos de referência.

Tabela 2.: Erros relativos (ER) e valores da Q₉₀ observados e estimados.

Estação	Área de Dren. (km ²)	Qobs (m ³ /s)	Qest (m ³ /s)	Erro Relativo (%)
86100000	1652,6	7,350	5,682	22,697
86160000	1030,55	2,870	3,882	-35,247
86250000	5990,51	9,700	16,059	-65,562
86300000	7118,43	13,800	18,458	-33,752
86340000	147,86	1,010	0,810	19,764
86360000	482,75	1,860	2,105	-13,181
86410000	2563,23	9,040	8,096	10,441
86420000	287,83	1,346	1,387	-3,049
86440000	3317,44	10,620	9,969	6,130
86470000	11544,38	49,660	27,265	45,098
86480000	1180,08	3,080	3,081	-0,022
86500000	1676,52	4,280	4,495	-5,033
86510000	14824,93	44,740	46,940	-4,918
86560000	1853,32	5,945	5,008	15,766
86580000	2266,86	9,160	6,220	32,099
86700000	403,55	0,794	0,971	-22,257
86720000	17672,63	48,800	56,712	-16,213
86745000	1184,3	2,770	3,093	-11,644
Erro Relativo Médio (%)				-3,271

De um modo geral, as vazões estimadas apresentaram bons resultados, tendo erros relativos que variaram de -0,022% a -65,56% nas estações 86480000 e 86250000 respectivamente. O Erro relativo médio para a bacia do rio Taquari foi de -3,27%. Silva et al. (2009) encontraram erro médio de 26,8% utilizando o mesmo método para regionalizar a Q_{90} da sub-bacia do Rio São Francisco, indicando que os erro relativo médio obtido no presente estudo está em acordo com a referencia utilizada.

As barragens presentes nas bacias hidrográficas podem influenciar nos valores das vazões observadas para cada estação fluviométrica. Segundo Tucci (1993), um dos efeitos sobre o regime de vazões naturais é o aumento das vazões mínimas e médias. Devido a carência de estações, mesmo com a constatação das barragens na área de estudo, o presente trabalho considerou a utilização das séries históricas dessas regiões nas equações de regressão realizadas.

4. CONCLUSÕES

A regionalização da vazão de permanência Q_{90} para a bacia hidrográfica do Rio Taquari a partir do método Tradicional apresentou resultados satisfatórios quanto aos modelos de regressão obtidos e os erros relativos percentuais encontrados para cada estação fluviométrica. Foram encontradas 2 regiões hidrologicamente homogêneas que foram melhor representadas pelo modelo de regressão potencial, apresentando coeficientes de determinação de 0,92 e 0,98 e erro fatorial de 0,32 e 0,2. Foi obtido erro relativo médio de -3,27% entre as vazões observadas e estimadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- TUCCI, C.E.M. **Regionalização de vazões.** Porto Alegre, Ed. Universidade/UFRGS, 256p., 2002.
- BRASIL. Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil.** Disponível em < <http://www2.planalto.gov.br/> >. Acesso em: abr. 2015
- CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS-CNRH. Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2001. Brasília, 17 dez. 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil.**
- SILVA, D. D. da; MARQUES, F. A.; LEMOS, A. F. Avaliação de metodologias de regionalização de vazões mínimas de referencia para bacia do Rio São Francisco. **Revista Engenharia na Agricultura.** Viçosa. v. 17, n.5, set/out 2009. p. 392-403
- SILVEIRA, G. L.; ROBAINA, A. D.; GIOTTO, E. Outorga para uso de recursos hídricos: aspectos práticos e conceituais para o estabelecimento de um sistema informatizado. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** Rio Grande do Sul, v. 3, n. 3, p.5-16, jul./set. 1998.
- LISBOA, L.; MOREIRA, M. C.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. Estimativa e Regionalização das vazões mínimas e média na bacia do rio Paracatu. Nota Técnica. **Revista Engenharia na Agricultura,** Viçosa, MG, v. 16, n.4, 471-479. Out./Dez., 2008.